

PAPER DETAILS

TITLE: Kivircik Marulda (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) Borlu Gübre ve Humik Asit Uygulamalarının Bazi Bitki Özelliklerine Etkisi

AUTHORS: Özge KURT, Atnan UĞUR

PAGES: 1-14

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1986266>



Effect of Boron Fertilizer and Humic Acid Applications on Some Plant Characteristics of Curly Lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*)

Özge KURT^a, Atnan UĞUR^{b*}

^aBahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu Üniversitesi, 52200, Altınordu, Ordu, TÜRKİYE

^bBahçe Bitkileri Bölümü, Ziraat Fakültesi, Ordu Üniversitesi, 52200, Altınordu, Ordu, TÜRKİYE

(*): Corresponding author, atnanugur@gmail.com

ABSTRACT

This study determined the effects of boron fertilizer and humic acid on yield and plant properties were determined in curly lettuce varieties under unheated plastic greenhouse conditions. The plants were grown in a mixture of peat: perlite prepared at a ratio of 3:1. Pots of 50x18x16 cm were used as planting pots. The study was set up in a randomized plot design with 3 replications and each pot was considered as application replication. In the study, the seedlings of Firtina, Olenka and Campania curly lettuce varieties were used as plant material. Boron fertilizer was tested at doses of 0, 50, 100, 200 and 400 g da⁻¹, and humic acid at 0 and 0.2% doses. Yield (g m⁻²), leaf width (cm), leaf length (cm), number of leaves (number/plant) and root length (cm) were determined in lettuce plants. Boron fertilizer at a dose of 50 g da⁻¹ increased plant yield by approximately 4%. With boron fertilizer applications, while the number of leaves decreased, the root length values increased. While humic acid applications increased plant yield and leaf length values, they had a decreasing effect on leaf number and root length values. The response of cultivars to boron fertilizer applications was different.

RESEARCH ARTICLE

Received: 21.09.2021

Accepted: 14.12.2021

Keywords:

- Curly lettuce,
- Leaf width,
- Leaf length,
- Fertilization

To cite: Kurt Ö, Uğur A (2022). Effect of Boron Fertilizer and Humic Acid Applications on Some Plant Characteristics of Curly Lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*). Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 3(1), 1-14.
<https://doi.org/10.46592/turkager.998431>



Kıvırcık Marulda (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) Borlu Gübre ve Humik Asit Uygulamalarının Bazı Bitki Özelliklerine Etkisi

ÖZET

Bu araştırmada ısıtmasız plastik sera koşullarında kıvırcık marul çeşitlerinde borlu gübre ve humik asidin verim ve bitki özelliklerine etkisi belirlenmiştir. Bitkiler 3:1 oranında hazırlanan torf:perlit karışımında yetiştirilmiştir. Ekim kabı olarak 50x18x16 cm boyutlarındaki saksılar kullanılmıştır. Çalışma tesadüf parselleri deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her bir saksı uygulama tekerrürü olarak kabul edilmiştir. Çalışmada bitkisel materyal olarak Fırtına, Olenka ve Campania kıvırcık marul çeşitleri kullanılmıştır. Borlu gübre 0, 50, 100, 200 ve 400 g da⁻¹ dozlarında, humik asit ise 0 ve %0.2 dozlarında denenmiştir. Marul bitkilerinde verim (g m⁻²), kök uzunluğu (cm) ve yaprak sayısı (adet/bitki) değerleri ile yaprak uzunluğu (cm) ve yaprak eni (cm) değerleri belirlenmiştir. Borlu gübre 50 g da⁻¹ dozunda uygulandığında yaklaşık %4 oranında bitki veriminde artış sağlamıştır. Borlu gübre uygulamaları ile bitkilerde yaprak sayısı azalırken, kök uzunluğu değeri ise artış göstermiştir. Humik asit uygulamaları bitki verimini ve yaprak uzunluğu değerlerini artırırken, yaprak sayısı ve kök uzunluğu değerlerine azaltıcı yönde etki etmiştir. Borlu gübre uygulamalarına çeşitlerin tepkisi farklı bulunmuştur.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Alınış tarihi: 21.09.2021

Kabul tarihi: 14.12.2021

Anahtar Kelimeler:

- Kıvırcık marul,
- Yaprak eni,
- Yaprak boyu,
- Gübreleme

Alıntı için: Kurt Ö, Uğur A (2022). Kıvırcık Marulda (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) Borlu Gübre ve Humik Asit Uygulamalarının Bazı Bitki Özelliklerine Etkisi. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 3(1), 1-14. <https://doi.org/10.46592/turkager.998431>

GİRİŞ

Sebzecilik, toplayıcı toplumdan günümüze insanoğlunun beslenme amacıyla yaptığı en eski faaliyetlerdendir. Dünya nüfusunun hızlı artışı ve sebzelerin beslenme ve sağlık üzerine olan etkilerinin daha iyi bilinmeye başlaması, sebze üretimini ekonomik açıdan önemli boyutlara taşımıştır. Sebzeler besin değeri, lif, sekonder metabolitler, karotenoidler, flavanoidler, glukosinolatlar, vitamin C ve mineral madde içerikleri açısından sağlıklı gıdalar olarak görülmektedir. Marul kolay yetişmesi, gevrek yapısı, taze görünümü, aroması, tadı, mineral ve fitokimyasal içerikleri ile salata ve garnitürlerin aranan sebzesidir (Ouzounidou ve ark., 2013). Bahçe ürünlerinin raf ömrü, genetik ve çevresel etmenleri içeren hasat öncesi morfolojik ve fizyolojik özelliklere ve hasat sonrası işlemlere bağlıdır (Zou ve ark., 2019; Koukounaras ve ark., 2020). Raf ömrü yetiştirme sırasındaki çevre koşullarından büyük ölçüde etkilenir. Marul geniş yapraklı olması ve sulu dokusu nedeniyle hasat sonrası raf ömrü sınırlıdır. Marulda hasat sonrası kayıplar önlenerek önemli bir ticari kazanç elde edilebilir (Kongwong ve ark., 2019).

Yakın bir zamana kadar sebze üretimi dış ortamda öngörülemez iklim şartlarında böcek, yabancı ot, hastalık ve zararlılar gibi çevresel stres faktörlerinin etkisi altında yılın belirli dönemlerinde yapılmaktaydı (Paz ve ark., 2019). Günümüzde bu etmenlerinin kısmen kontrol edilebildiği veya edilmeye çalışıldığı örtüaltı sistemlerinde sebzecilik yapılmaktadır. Son yıllarda ürünün kalitesi ile birlikte girdileri düşürerek maliyetleri azaltan sürdürülebilir üretim sistemleri daha çok dikkate alınmaktadır.

(Bulgari ve ark., 2015). Sebze üretiminde bitkilerin büyümesi üzerine en etkili faktörlerin başında gübreleme gelmektedir. Gübreleme bitkisel üretimde en çok araştırılan konulardan birisi olmuştur. Gübreleme ile ürünlerde sadece hasat dönemindeki kalite değil pazar istekleri doğrultusunda hasat sonrası raf ömrü ve depolama performansları da önem arz etmektedir. Kaliteli ürünlerin hasat sonrası performansları da yüksek olmaktadır. Bitkisel üretimin en temel hedeflerden birisi bitki büyümesini ve üretkenliğini etkileyen kök bölgesinde fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak bitkinin istediği bir ortamın sağlanmasıdır (Alagöz ve ark., 2006; Gruda ve ark., 2013). Organik madde toprakta katyonların yıkanmasını önleme, fonksiyonel grupları ile şelatlama yapma, biyolojik aktiviteyi artırma, strüktürü geliştirme, su tutma kapasitesini artırma gibi fiziksel ve kimyasal olumlu etkileri bulunmaktadır (Frank ve Roeth, 1996). Türkiye topraklarının büyük bir bölümünün organik madde içerikleri büyük oranda düşük seviyelerdedir (Eyüpoğlu ve ark., 1995). Topraklarda organik madde içeriğini artırmanın en kolay yolu humik maddelerin kullanılmasıdır (Chen ve Aviad, 1990; Unlu ve ark., 2011). Humik asitlerin de içerisinde yer aldığı biostimulantlar bitkilerde farklı fizyolojik süreçleri düzenlemekte ve abiyotik streslere karşı toleransı artırmaktadır (Bulgari ve ark., 2015). Tarımsal üretimde en yaygın kullanılan biostimulantlar deniz eksraktı ve humik asitlerdir. Biyostimulantlar bitkilerde büyüme, çiçeklenme, meyve tutumu, verim ve gübre kullanım etkinliğini artırmakta ve abiyotik stresörlere karşı koruma sağlamaktadır (Rouphael ve Colla, 2020). Humik asitler toprakta bulunan besinleri şelatlama ve pH'ı tanımlama özelliğinde olan karmaşık makromoleküllü organik maddelerdir. İçermiş olduğu mineral maddeler ve fizikokimyasal etkileri nedeniyle besin alımı, toprak havalanması, toprak agregasyonu, bitki büyümesi ve kök gelişimine olumlu katkıları bulunmaktadır (Khaled ve Fawy, 2011). Humik maddeler bitkilerde karbohidrat içeriğini azaltırken, nitrat redüktaz ve fenilalanin amonyak liyaz aktivitesinin indükleyerek toplam protein içeriği ve verimi artırmaktadır (Hernandez ve ark., 2015). Besin maddelerinin alınımı ve kök gelişimine olan etkileri ile doğrudan bitki gelişimini artırır (Lobartini ve ark., 1997). Humik asit marul bitkilerinde topraktan uygulama, sulama suyu şeklinde uygulama ve yapraktan uygulamada bitki azot ve potasyum içeriğini artırırken fosfor içeriği üzerine etkisiz bulunmuştur (Taha ve ark., 2016). Bununla birlikte yüksek oranda humik madde içeren kompost uygulamaları bitki kök bölgesinde arbusküler mikorizal oluşumunu da artırmaktadır (Solaiman ve ark., 2019).

Bor, normal bitki büyümesi ve gelişmesi için gerekli olan su ve topraklarda bulunan genellikle borik asit şeklinde alınan temel bir mikro besindir (Tanaka ve Fujiwara, 2008). Bitkilerde bulunan borun %90'ı hücre duvarında yer almaktadır (Goldbach ve Wimmer, 2007). Hücre duvarı ve zarın yapısına katılarak hücreye şekil vermekte güç ve sertlik sağlamaktadır (Brown ve ark., 2002). Bununla birlikte artan kanıtlar borun hücre duvarına katılımından daha ileri fonksiyonları olduğu yönündedir (Goldbach ve Wimmer, 2007). Nitekim borun çok sayıda iyon, metabolit ve hormonun taşıma reaksiyonlarına katıldığı ifade edilmektedir (O'Neill ve ark., 2004). Bitkilerin bor gereksinimleri büyük farklılıklar göstermekle birlikte eksiklik ve toksisite aralıkları dardır (Brdar-Jokanović, 2020). Marul sulama suyundaki bor içerikleri (2-4 mg L⁻¹) açısından tolerant bitkiler grubuna girmektedir (Keren ve Bingham, 1985). Tarımsal üretimde verimlilik uygun gübreleme yönetimi ile sürdürülebilir (Sobucki ve ark., 2019). Marul kısa vejetasyonu ve raf ömrü kısa bir bitki

olduğu için gübrelemesi önem arz etmektedir. Marul bitkilerinde N, P ve K gibi makro besin elementleri ile birlikte bor, bakır, magnezyum ve mangan ihtiyacı belirgindir (Thompson ve Kelley, 1957). Humik asit ilave edilmiş yetiştirme ortamında farklı bor seviyelerinde marul çeşitlerinin verim ve kalitelerinin belirlenmesi önemlidir. Bu çalışmada üç farklı marul çeşidinde borlu gübre ve humik asidin verim ve bazı kalite özelliklerine etkileri belirlenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Marul çeşitlerinde humik asit ve bor uygulamalarının etkilerinin test edildiği çalışma ODÜ Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama arazisindeki ısıtmasız tünel tipi plastik örtülü serada yürütülmüştür.

Materyal

Deneme materyali olarak Fırtına, Campania (AG Tohum, Antalya) ve Olenka (Rain Seeds, Ankara) kıvrıkcık yapraklı marul çeşitleri kullanılmıştır.

Yöntem

Bitkilerin Yetiştirilmesi

Marul bitkileri 50x18x16 cm boyutlarındaki plastik saksılarda yetiştirilmiş ve 3:1 oranındaki torf:perlit karışımı yetiştirme ortamı olarak kullanılmıştır. Fide dikimi her saksıya üçer adet olacak şekilde 10 Ekim tarihinde yapılmıştır. Hasada kadar tüm kültürel işlemler eksiksiz yerine getirilmiştir (Vural ve ark., 2000).

Temel Gübreleme, Bor ve Humik Asit Uygulamaları

Çalışmada temel gübreleme olarak tüm parsellere 10-8-10 kg da⁻¹ dozunda NPK gübrelemesi yapılmıştır. Fosfor kaynağı olarak TSP (Triple super fosfat) dikimle birlikte 8 kg da⁻¹ olacak şekilde tek seferde uygulanmıştır. Azot kaynağı olarak Ca(NO₃)₂ (Kalsiyum nitrat), potasyum kaynağı olarak Potasyum sülfat (K₂SO₄) gübreleri 10 kg da⁻¹ dozunda uygulanmıştır. Azot ve potasyum gübreleri 5 kg da⁻¹ olacak şekilde fide dikiminden sonra iki seferde (15. ve 25. günlerde) verilmiştir.

Çalışmada borlu gübre 0, 50, 100, 200 ve 400 g da⁻¹ dozlarında denenmiş ve her uygulama dozu fide dikiminden sonra eşit miktarlarda 2 seferde (15. ve 25. günlerde) sulama şeklinde yetiştirme ortamına uygulanmıştır. Borlu gübre (Na₂B₈O₁₃4H₂O-Disodyum oktaborat tetrahidrat) %67 oranında Bor oksit (B₂O₃) içermektedir.

Humik asit 0 (su) ve %0.2 dozlarında ve saksı başına 500 ml olacak şekilde fide dikiminden 15 gün sonra uygulanmıştır.

Marul bitkilerinde hasat işlemi fide dikiminden sonraki 60. günde (10 Aralık) yapılmıştır. Bitkiler kök boğazından keskin bir bıçak yardımı ile kesilerek hasat edilmiştir.

Bitki Analizlerinde Kullanılan Yöntemler

Hasat edilen marul bitkilerinde yaşlı ve sararmış yapraklar atılarak kaba temizlik yapılmış ve en dıştaki 2. veya 3. yapraklardan rastgele seçilmiş 5 yaprakta uzunluk (cm) ve en (cm) değerleri belirlenmiştir. Ayrıca bitki verimi (g bitki⁻¹) ile toplam yaprak sayısı (adet bitki⁻¹) tespit edilmiştir. Bitkilerin kök boyu değerleri, köklerin

gövdeden ilk çıktığı noktadan köklerin en uç noktasına kadar bir cetvel yardımıyla ölçülerek “cm” olarak belirlenmiştir.

Deneme Deseni ve İstatistiksel Analizler

Tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülen çalışmada her bir saksı uygulama tekerrürü kabul edilmiştir. Çalışmanın verileri JUMP istatistik paket programında değerlendirilmiş ve ortalamalar arası önemli görülen farklılıklar LSD çoklu karşılaştırma testi kullanılarak belirlenmiştir ($P < 0.05$).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Marul Çeşitlerinde Bitki Ağırlığı

Marul çeşitlerinde humik asit (HA) ve bor uygulamalarına göre bitki ağırlığı değerlerinin değişimi Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Marulda borlu gübre ve humik asit uygulamalarının bitki ağırlığına etkisi (g bitki⁻¹).

Table 1. Effect of boron fertilizer and humic acid applications on plant weight in lettuce (g plant⁻¹).

Çeşit	Bor Dozları (g da ⁻¹)	HA Kontrol	HA %0.2	Ortalama
Campania	0	553.77 bcd	562.56 bc	558.16 b
	50	593.62 a	594.53 a	594.08 a
	100	544.39 def	565.57 b	554.98 b
	200	528.34 g-l	546.30 def	537.32 cd
	400	515.99 klm	544.35 def	530.17 c-g
	Ortalama	547.22 B	562.66 A	554.94 A
Fırtına	0	538.53 d-j	543.30 d-g	540.92 c
	50	539.69 d-i	584.45 a	562.07 b
	100	549.09 cde	531.23 f-k	540.16 c
	200	533.97 e-j	527.93 g-l	530.95 c-f
	400	506.91 m	523.56 jkl	515.24 h
	Ortalama	533.64 C	542.09 B	537.87 B
Olenka	0	527.92 h-l	527.64 h-l	527.78 d-g
	50	541.72 d-h	531.94 f-j	536.83 cde
	100	524.91 r-l	514.84 lm	519.87 gh
	200	528.76 g-l	516.08 klm	522.42 fgh
	400	536.53 e-j	515.58 lm	526.05 e-h
	Ortalama	531.97 C	521.22 D	526.59 C
Bor	0	540.07	544.50	542.29 B
	50	558.34	570.31	564.32 A
	100	539.46	537.21	538.34 B
	200	530.36	530.10	530.23 C
	400	519.81	527.83	523.82 D
	Ortalama	537.61 B	541.99 A	

LSD_{bor}: 6.27*** LSD_{çesit}: 0.62*** LSD_{humik}: 3.97* LSD_{çesit*humik}: 6.87*** LSD_{çesit*bor}: 6.62***

LSD_{bor*humik}: öd. LSD_{bor*çesit*humik}: 15.37***

öd: önemli değil, *: $P \leq 0.05$, **: $P \leq 0.01$, ***: $P \leq 0.001$ Aynı satır ve sütundaki ortalamalar arasındaki istatistiki farklılıklar harf veya harf grubu ile gösterilmiştir (Anova $P \leq 0.05$ LSD Testi).

Marul çeşitlerinde bor ve humik asit dozlarının bitki ağırlığı değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Marul çeşitleri bitki ağırlığı bakımından üç farklı istatistik grupta yer almışlardır. En yüksek bitki verimi (554.94 g bitki⁻¹) Campania çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 1). [Çağlar \(2014\)](#) tarafından yapılan çalışmada farklı fındık zurufu ve çay çöpü karışımlarından hazırlanan ortamlarda Campania çeşidinin bitki ağırlığının Fırtına çeşidinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. [Uğur ve ark. \(2014\)](#) azotlu gübre uygulamalarının

marul çeşitlerinin verim özellikleri üzerine etkilerini inceledikleri araştırmada azotta doz artışı ile birlikte Fırtına çeşidinde bitki ağırlıklarının Campania çeşidine göre daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Çalışmada bitki gelişiminin daha uzun sürede gerçekleştiği, bu nedenle de yaprak sayısı fazla olan Fırtına çeşidinin bitki veriminin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. [Öztürk \(2011\)](#) organik gübre ve dikim zamanlarının etkilerinin incelediği çalışmada kıvırcık marul çeşitlerinde bitki ağırlığının 299.20-894.43 g aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Bitki ağırlığı değerlerinin [Uluçay Çam \(2018\)](#)'ın bulgularından daha yüksek, [Şahin ve ark. \(2017\)](#)'nın bulgularından ise daha düşük olduğu bulunmuştur. Bu durum çalışmada kullanılan çeşitlerin, ekolojilerin ve dikim zamanlarının farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

Borlu gübre dozlarının bitki ağırlığı üzerine etkilerine bakıldığında, 50 g da⁻¹ dozunda bitki ağırlığı en yüksek bulunmuş ve kontrole göre yaklaşık %4.06 oranında bir artış belirlenmiştir. Borlu gübre uygulamalarından 100 g da⁻¹ dozundan elde edilen bitki ağırlığı kontrole benzer bulunmuş, buna karşılık 200 ve 400 g da⁻¹ dozlarında bitki ağırlığı kontrole göre azalmıştır (Çizelge 1). [Şahin ve ark. \(2017\)](#) serada bahar döneminde borlu gübre uygulamaları ile Funly çeşidinde 100 g da⁻¹ dozunda bitki ağırlıklarını 950 g bitki⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Değişik kültür bitkilerinde yapılan borlu gübre çalışmalarında, borlu gübre dozundaki artışın bitki ağırlık değerlerinde ve yaprak kalitesinde azalmalara neden olduğu bildirilmiştir ([Francois, 1991](#); [Chutichudet ve Chutichudet, 2009](#); [Samet ve ark., 2015](#); [Şahin ve ark., 2017](#)). [Zambi \(2015\)](#) borlu gübre uygulamalarının yeşil soğanda bitki verimini yaklaşık %10.36'ya varan oranlarda artırdığını bildirmiştir. Araştırmacı verim artışının 50, 100 ve 200 g da⁻¹ dozlarında olduğunu ve doz artışı ile verimde artışın sınırlandığını ifade etmiştir. Borlu gübre dozundaki artışla birlikte görülen bitki verimin azalması şeklindeki bulgular borun yüksek dozlarda toksik etkisine bağlı olabilir.

Marul çeşitlerinde humik asit uygulamasına bağlı olarak bitki ağırlıkları artmıştır (Çizelge 1). Bu artışın Campania ve Fırtına çeşitlerinde 50 g da⁻¹ dozunda görülen bitki ağırlıkları ile ilişkili olduğu görülmüştür. Olenka çeşidinde humus ve humik asit uygulama dozlarının etkilerinin inceleyen [Köse \(2015\)](#), bitki veriminde %232'ye varan oranlarda artış olduğunu belirlemiştir. [Baş Odabaş \(2019\)](#) marulda 400 mg kg⁻¹ humik asit uygulamalarının verimi %11.21 oranında artırdığını ifade etmiştir. [Uğur ve ark. \(2014\)](#) torf:perlit (3:1) karışımında yetiştirdikleri marul çeşitlerinde %0.2 oranında humik asit uygulamasında verim değerlerinin kontrol ile benzer olduğunu belirtmişlerdir. Verimde humik asit uygulamalarının etkinliğinin yüksek olmamasının nedeni çalışmanın bitki kök gelişimi açısından uygun torf:perlit karışımı ortamında yürütülmesi olabilir. Bitki özelliklerinde görülen değişimler borlu gübre dozları ve çeşit özellikleri ile daha çok ilişkilendirilmiştir. Çalışmada Campania çeşidinde humik asit etkilerine bakılmaksızın 50 g da⁻¹ borlu gübre uygulaması ile Fırtına çeşidinde humik asit uygulanmış 50 g da⁻¹ borlu gübre uygulamaları en yüksek verimi vermiştir.

Kıvırcık Marulda Yaprak Sayısı Değerleri

Kıvırcık marul çeşitlerinde yaprak sayısı üzerine borlu gübre ve humik asit uygulamalarının etkileri Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 2. Marulda borlu gübre ve humik asit uygulamalarının yaprak sayısına etkisi (adet bitki⁻¹).

Table 2. Effect of boron fertilizer and humic acid applications on the number of leaves in lettuce (number plant⁻¹).

Çeşit	Bor Dozları (g da ⁻¹)	HA Kontrol	HA %0.2	Ortalama
Campania	0	24.89 h	24.95 h	24.92 d
	50	24.67 h	24.56 h	24.61 de
	100	25.00 h	23.44 ı	24.22 ef
	200	25.78 g	23.33 ı	24.56 de
	400	23.56 ı	24.55 h	24.06 f
Ortalama		24.78 C	24.17 D	24.47 B
Fırtına	0	29.56 a	28.89 abc	29.22 a
	50	28.00 de	27.78 e	27.89 c
	100	28.83 bc	28.00 de	28.42 b
	200	29.44 ab	27.00 f	28.22 bc
	400	28.67 cd	27.78 e	28.22 bc
Ortalama		28.90 A	27.89 B	28.39 A
Olenka	0	21.78 j	19.22 klm	20.50 g
	50	19.78 k	18.78 lm	19.28 h
	100	18.55 mn	17.67 o	18.11 ıj
	200	17.44 o	17.89 no	17.67 j
	400	17.44 o	19.33 kl	18.39 ı
Ortalama		19.00 E	18.58 F	18.79 C
Bor	0	25.41 a	24.35 b	24.88 A
	50	24.15 bc	23.70 d	23.93 B
	100	24.12 bc	23.04 ef	23.58 C
	200	24.22 bc	22.74 f	23.48 C
	400	23.22 e	23.89 dc	23.56 C
Ortalama		24.22 A	23.54 B	

LSD_{bor}: 0.28*** LSD_{çegit}: 0.22*** LSD_{humik}: 0.18*** LSD_{çegit*humik}: 0.31* LSD_{çegit*bor}: 0.31***

LSD_{bor*humik}: 0.40*** LSD_{bor*çegit*humik}: 0.70***

öd: önemli değil, *: P≤0.05, **: P≤0.01, ***: P≤0.001 Aynı satır ve sütundaki ortalamalar arasındaki istatistiki farklılıklar harf veya harf grubu ile gösterilmiştir (Anova P ≤ 0.05 LSD Testi).

Borlu gübre ve humik asit uygulamaları ile interaksiyon etkileri marul çeşitlerinin yaprak sayısında istatistiksel anlamda önemli değişimlere neden olmuştur (P≤0.05).

Her üç marul çeşidinin yaprak sayıları istatistiksel olarak farklı gruplarda yer almış, Fırtına çeşidi 28.39 adet bitki⁻¹ değeri ile en yüksek yaprak sayısını vermiştir. Campania ve Olenka çeşitleri diğer istatistiki grupları oluşturmuştur. Borlu gübre dozunun artışı ile birlikte marul çeşitlerinde bitki yaprak sayısı azalmıştır (24.88-23.56 adet bitki⁻¹). Marulda organik atık karışımlarını inceleyen [Cağlar \(2014\)](#) Fırtına ve Campania çeşitlerinin yaprak sayısı değerlerinin sırasıyla 33.09 ve 25.55 olduğunu bildirmiştir. Azot gübre dozları ve humik asit uygulamasının marul çeşitlerinde etkilerini inceleyen [Uğur ve ark. \(2014\)](#) Campania çeşidinde 26.80 adet bitki⁻¹ olan yaprak sayısının Fırtına çeşidinde 30.40 adet bitki⁻¹ olduğunu tespit etmişlerdir. Yaprak sayısı bulgularının literatürle uyumlu olduğu görülmüştür.

Humik asit uygulamaları ile bitki yaprak sayısı değerleri azalmıştır. Marul çeşitlerinde humik asit kontrol uygulamasında 24.22 adet bitki⁻¹ olarak belirlenen bitki yaprak sayısı değeri 23.54 adet bitki⁻¹ değerine düşmüştür. [Köse \(2015\)](#) humus ve humik asit uygulamalarında doz artışı ile birlikte bitki yaprak sayılarının 13.7 adet bitki⁻¹'den 27 adet bitki⁻¹'ye kadar arttığını belirtmiştir. Diğer yandan [Uğur ve ark. \(2014\)](#) ise marul çeşitlerinde humik asit uygulamalarının yaprak sayısını etkilemediğini belirtmiştir. Daha önce humik asit uygulamalarının bitki ağırlığı değerleri üzerine etkilerinde ifade edildiği üzere humik asit uygulamasının açık tarla koşullarında toprağa uygulanması ile bitkilerde besin maddeleri alınımında

iyileşmelere bağlı olarak bitkilerde kalite özelliklerinde olumlu etkiler daha belirgin görülmektedir. Çalışmada humik asit uygulamaları ile bitki yaprak sayısı değerlerinde azalmaların olması şeklindeki bulgu, muhtemelen humik asit uygulaması ile birlikte bitkinin yeni yaprak oluşturma yerine daha çok yaprak kalitesini artırmaya yönelmesinin bir sonucudur.

Marul bitkilerinde borlu gübre ve humik asit uygulamalarının interaksiyon etkileri değerlendirildiğinde, yaprak sayılarının 17.44-29.56 adet bitki⁻¹ arasında olduğu belirlenmiştir. Fırtına çeşidinde kontrol uygulamasında 29.56 adet bitki⁻¹ ile en yüksek yaprak sayısı değeri elde edilmiş, en az yaprak sayısı ise, 17.44 adet bitki⁻¹ değerleri ile Olenka çeşidinde 200 ve 400 g da⁻¹ borlu gübre uygulamalarında belirlenmiştir. Borlu gübre uygulamaları ile Olenka çeşidinde yaşlı yapraklarda dökülme görülmüş, bu durumun borun toksik etkilerinden kaynaklandığı düşünülmüştür. [Francois \(1988\)](#)'in ifade ettiği yüksek doz borlu gübre uygulamaları ile yaprakların kıvrılarak sarılma şeklindeki görünüm Olenka çeşidinde daha çok görülmüştür. Bu görünüm daha çok yaprağın dip bölgelerinde tespit edilmiştir.

Marul Çeşitlerinde Yaprak Uzunluğu

Marul çeşitlerinde borlu gübre ve humik asit uygulamalarının yaprak uzunluğu üzerine etkileri Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Marulda borlu gübre ve humik asit uygulamalarının yaprak uzunluğuna etkisi (cm).

Table 3. Effect of boron fertilizer and humic acid applications on the leaf length in lettuce (cm).

Çeşit	Bor Dozları (g da ⁻¹)	HA Kontrol	HA %0.2	Ortalama
Campania	0	20.35 ı	20.70 hı	20.53 g
	50	20.70 hı	22.55 e	21.63 e
	100	21.12 gh	21.23 fg	21.18 f
	200	22.93 e	21.29 fg	22.11 d
	400	21.61 f	20.63 hı	21.12 f
Ortalama		21.34 C	21.28 C	21.31 B
Fırtına	0	18.72 j	18.73 j	18.72 h
	50	18.43 j	17.64 k	18.04 ij
	100	17.81 k	17.82 k	17.81 j
	200	17.84 k	18.53 j	18.18 ı
	400	17.86 k	18.35 j	18.11 ij
Ortalama		18.13 D	18.21 D	18.17 C
Olenka	0	27.85 a	27.86 a	27.85 a
	50	26.78 cd	27.57 ab	27.17 bc
	100	27.16 bc	27.61 ab	27.38 b
	200	26.69 cd	27.49 ab	27.09 bc
	400	26.49 d	27.33 b	26.91 c
Ortalama		26.99 B	27.57 A	27.28 A
Bor	0	22.31 abc	22.43 ab	22.37 A
	50	21.97 d	22.59 a	22.28 AB
	100	22.02 cd	22.22 bcd	22.12 BC
	200	22.48 ab	22.44 ab	22.46 A
	400	21.99 d	22.11 cd	22.05 C
Ortalama		22.15 b	22.36 a	

LSD_{bor}: 0.19*** LSD_{çegit}: 0.15*** LSD_{humik}: 0.12** LSD_{çegit*humik}: 0.21*** LSD_{çegit*bor}: 0.34***

LSD_{bor*humik}: 0.28* LSD_{bor*çegit*humik}: 0.48***

öd: önemli değil, *: P≤0.05, **: P≤0.01, ***: P≤0.001

Borlu gübre ve humik asit uygulamaları ile interaksyon etkilerinde marul çeşitlerinin yaprak uzunluğu değerleri arasındaki değişim istatistiksel olarak önemlidir ($P \leq 0.05$).

Borlu gübre ve humik asit uygulamalarına göre belirlenen yaprak uzunluk değerleri bakımından tüm çeşitler istatistiki olarak farklı grupta yer almışlardır. Yaprak uzunluğu en yüksek çeşit 26.69 cm ile Olenka çeşidi olmuştur. Campania çeşidinde yaprak uzunluğu 21.31 cm, Fırtına çeşidinde ise 18.17 cm olarak belirlenmiştir. Marul çeşitlerinin yaprak sayıları ile yaprak uzunlukları arasında ters yönlü bir ilişki belirlenmiştir. Yaprak uzunluk değerleri düşük olan Fırtına çeşidinde yaprak sayısı en yüksek bulunmuştur. Fırtına’da bitki yaprak uzunluğunu artırma yerine daha çok yeni yaprak oluşturma şeklinde davranış göstermektedir. Borlu gübre uygulamalarında en yüksek yaprak uzunluk değeri kontrol ve 200 g da⁻¹ dozundan elde edilmiş, en küçük yaprak uzunluk değeri ise 400 g da⁻¹ dozunda belirlenmiştir. Çalışmada interaksyon etkileri irdelendiğinde, humik asidin Olenka marul çeşidinde yaprak uzunluk değerini artırdığı belirlenmiştir. Borlu gübrenin humik asit ile interaksyon etkilerine göre yaprak uzunluk değerleri 17.64-27.86 cm arasında bulunmuştur. Yaprak uzunluk değerleri Campania çeşidinde 20.35 cm ile 22.93 cm arasında, Fırtına çeşidinde 17.64 cm ile 18.73 cm arasında, Olenka çeşidinde ise 21.23 cm ile 27.86 cm arasında değişmiştir. Yaprak uzunluk değerlerinde Fırtına çeşidi 100 g da⁻¹ dozunda en düşük, Olenka çeşidi kontrol parsellerinde en yüksek değerler belirlenmiştir.

Olenka çeşidinde humus ve humik asit uygulamaları ile yaprak uzunluğunun 16.89-28.20 cm arasında değiştiği tespit edilmiştir (Köse, 2015). Humik asit uygulama dozundaki artış yaprak uzunluk değerlerini artırmıştır. Gün (2019) farklı dozlardaki organik gübreleme ile yaprak boy uzunluk değerinin Olenka çeşidinde 21.0 cm, Campania çeşidinde 17.2 cm ve Fırtına çeşidinde ise 15.0 cm olduğunu tespit etmiştir. Humik asit uygulamasının kontrole göre yaprak uzunluk değerlerini değiştirmedeği ve Campania çeşidinde 16.70 cm, Fırtına çeşidinde ise 14.69 cm olduğu şeklinde bulgular da vardır (Uğur ve ark., 2014). Bu çalışmada birim alandaki bitki başına yetiştirme ortam miktarının daha az olması nedeniyle daha düşük yaprak uzunluk değerleri elde edilmiş olabilir. Yaprak uzunluk değerleri sonuçları önceki bulgular ile paralellik arz etmektedir.

Marul Çeşitlerinde Yaprak Eni

Marul çeşitlerinde borlu gübre ve humik asit uygulamalarının bitki yaprak eni üzerine etkisi Çizelge 4’te gösterilmiştir.

Çizelge 4. Marulda borlu gübre ve humik asit uygulamalarının yaprak enine etkisi (cm).
Table 4. Effect of boron fertilizer and humic acid applications on the leaf width in lettuce (cm).

Çeşit	Bor Dozları (g da ⁻¹)	HA Kontrol	HA %0.2	Ortalama
Campania	0	13.67 p	13.81 op	13.74 ı
	50	14.95 f ₁	15.44 b-e	15.19 de
	100	14.13 mno	14.73 h-l	14.43 gh
	200	14.33 lmn	14.82 h-k	14.57 g
	400	14.36 lmn	14.43 klm	14.40 gh
Ortalama		14.29 D	14.65 C	14.47 C
Fırtına	0	15.91 a	15.91 a	15.91 a
	50	15.71 abc	15.87 a	15.79 ab
	100	15.75 abc	15.72 abc	15.74 ab
	200	15.26 d-g	15.81 ab	15.54 bc
	400	15.13 e-h	14.86 g-j	14.99 ef
Ortalama		15.55 A	15.64 A	15.59 A
Olenka	0	14.01 nop	14.57 ı-l	14.29 h
	50	15.47 b-e	15.41 cde	15.44 cd
	100	15.54 a-d	14.93 f ₁	15.23 de
	200	15.30 def	14.66 ı-l	14.98 ef
	400	15.23 eh	14.52 j-m	14.88 f
Ortalama		15.11 B	14.82 C	14.88 B
Bor	0	14.53 g	14.76 ef	14.65 C
	50	15.38 ab	15.57 a	15.47 A
	100	15.14 bc	15.12 cd	15.13 B
	200	14.96 cde	15.10 cd	15.03 B
	400	14.91 de	14.60 fg	14.76 C
Ortalama		14.98	15.03	

LSD_{bor}: 0.16*** LSD_{çeşit}: 0.12*** LSD_{humik}: ö.d. LSD_{çeşit*humik}: 0.18*** LSD_{çeşit*bor}: 0.28***
 LSD_{bor*humik}: 0.23* LSD_{bor*çeşit*humik}: 0.40**
 ö.d: önemli değil, *: P≤0.05, **: P≤0.01, ***: P≤0.001

Borlu gübre ve humik asit uygulamaları ile interaksiyon etkileri marul çeşitlerinin yaprak eni değerlerinde istatistiksel anlamda önemli değişimlere neden olmuştur (P≤0.05).

Her üç marul çeşidinin yaprak eni bakımından istatistiksel olarak farklı gruplarda yer almıştır. Borlu gübre uygulamalarında 400 g da⁻¹ dozu kontrolle benzer bulunmuş, en yüksek yaprak eni değerleri 50 g da⁻¹ borlu gübre uygulamalarında belirlenmiştir. Borlu gübre, çeşit ve humik uygulama interaksiyonlarına göre humik asit Campania'da yaprak eni değerlerine olumlu etkide bulunmuştur. Borlu gübre uygulamalarında en yüksek yaprak eni değeri 50 g da⁻¹ dozunda 15.47 cm olarak tespit edilmiştir. Campania çeşidinde bor ve humik asit kontrol uygulaması en düşük yaprak eni değerini verirken Fırtına çeşidinde kontrol uygulaması ve humik asit uygulanmış 50 g da⁻¹ borlu gübre dozu en yüksek yaprak eni değerini vermiştir. Humik asit uygulaması yaprak eni değerleri üzerine istatistiki anlamda önemsiz bulunmuştur (P≥0.05).

[Köse \(2015\)](#) artan dozlarda humus ve humik asit uygulamaları ile Olenka çeşidinde yaprak eni değerlerinin 14.02-22.14 cm arasında olduğunu bildirmiştir. Çalışmada humik asit ve humus uygulama dozundaki artış ile birlikte yaprak eni değerleri de artmıştır. Farklı azot ve potasyum dozlarının etkilerini inceleyen [Uluçay Çam \(2018\)](#) kıvrıcık marulda yaprak eninin 11.33-16.69 cm aralığında bulunduğunu belirlemiştir. [Çağlar \(2014\)](#) ise fındık zırfu ve çay çöpü ortam karışımlarında yetiştirdiği kıvrıcık marul çeşitlerinde yaprak eninin Campania'da 14.68 cm ve Fırtına'da ise 12.56 cm olarak tespit etmiştir. [Gün \(2019\)](#) iki farklı organik gübre uygulanan kıvrıcık marul çeşitlerinde yaprak eni değerlerini Olenka çeşidinde 14.0 cm, Campania çeşidinde

13.2 cm ve Fırtına çeşidinde ise 13.8 cm olarak belirlemiştir. Yaprak eni değerleri önceki çalışma bulgularına benzer olup, Fırtına en yüksek yaprak eni değerini vermiş, Olenka ve Campania bu çeşidi takip etmiştir. Borlu gübre uygulamaları yaprak eni değerlerinde 50, 100 ve 200 g da⁻¹ dozlarında kontrole göre kadar arttırıcı yönde etkiye bulunmuştur. En yüksek doz 400 g da⁻¹ borlu gübre dozu ise yaprak eni değerlerinde kontrole benzer bulunmuştur. Doz artışı ile muhtemelen borlu gübrenin toksik etkileri nedeniyle yaprak eni değerlerindeki artış sınırlı kalmıştır.

Marul Çeşitlerinde Kök Boyu

Çalışmada kıvrıcık marul çeşitlerinin borlu gübre, humik asit uygulamaları ile interaksiyon etkileri istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Kıvrıcık marullarda en yüksek kök boyu değeri 19.08 cm ile Olenka çeşidinde belirlenmiş olup, bunu 16.07 cm kök boyu ile Campania çeşidi ve 15.94 cm kök boyu ile Fırtına çeşidi izlemiştir. Borlu gübre dozları kontrol uygulamasına göre kök boyunu arttırmış, en yüksek kök boyu değerleri 50 g da⁻¹ ve 100 g da⁻¹ dozlarında belirlenmiştir. Kıvrıcık marul çeşitlerinde kök boyunun Campania'da 14.84 cm ile 18.03 cm, Fırtına çeşidinde 13.82 cm ile 18.29 cm, Olenka çeşidinde ise 16.08 cm ile 23.16 cm aralığında olduğu belirlenmiştir. İnteraksiyon etkilerine bakıldığında en kısa kök boyu humik asit uygulanan Fırtına çeşidinin 100 g da⁻¹ borlu gübre uygulanmış parselinden 13.82 cm ile elde edilirken, en uzun kök boyu humik asit uygulanmayan Olenka çeşidinin 100 g da⁻¹ borlu gübre uygulanmış parselinden 23.16 cm ile elde edilmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Marulda borlu gübre ve humik asit uygulamalarının kök boyuna etkisi (cm).
Table 5. Effect of boron fertilizer and humic acid applications on root lenght in lettuce (cm).

Çeşit	Bor Dozları (g da ⁻¹)	HA Kontrol	HA %0.2	Ortalama
Campania	0	15.28 k-o	17.02 gh	16.15 e
	50	15.48 k-n	14.84 n-o	15.16 f
	100	16.57 hij	15.71 klm	16.14 e
	200	17.98 ef	14.99 m-o	16.48 e
	400	18.03 ef	14.84 n-o	16.44 e
Ortalama		16.67 D	15.48 E	16.07 B
Fırtına	0	16.84 ghı	15.21 l-o	16.02 e
	50	17.27 fgh	15.39 k-o	16.33 e
	100	18.29 e	13.82 p	16.06 e
	200	17.46 efg	14.57 o-p	16.01 e
	400	15.99 jkl	14.60 o-p	15.29 f
Ortalama		17.17 C	14.72 F	15.94 B
Olenka	0	19.29 d	16.08 ijk	17.69 e
	50	22.30 b	19.71 cd	21.01 a
	100	23.16 a	18.08 ef	20.62 a
	200	20.42 c	20.07 cd	20.24 b
	400	19.48 d	19.71 cd	19.60 c
Ortalama		20.93 A	18.73 B	19.83 A
Bor	0	17.14 d	16.10 fg	16.62 C
	50	18.35 b	16.65 de	17.50 A
	100	19.34 a	15.87 g	17.60 A
	200	18.62 b	16.54 ef	17.58 A
	400	17.83 c	16.39 ef	17.11 B
Ortalama		18.26 A	16.31 B	

LSD_{bor}: 0.34*** LSD_{çesit}: 0.26*** LSD_{humik}: 0.21*** LSD_{çesit*humik}: 0.37*** LSD_{çesit*bor}: 0.59***

LSD_{bor*humik}: 0.48*** LSD_{bor*çesit*humik}: 0.84***

öd: önemli değil, *: $P \leq 0.05$, **: $P \leq 0.01$, ***: $P \leq 0.001$

[Cağlar \(2014\)](#) Campania ve Fırtına kıvrıcık marul çeşitlerinin kök boylarını sırasıyla 8.37 cm ile 8.04 cm olarak tespit etmiştir. [Bilgi \(2009\)](#) marulda biostimulant içerikli uygulamalar ile kök boyunun 24.0-35.4 cm arasında değiştiğini belirlemiştir. Marul bitkisinde yetiştirme ortamlarına organik madde ilavesi ile bitkilerde büyüme ve gelişmenin olumlu yönde etkilendiği görülmüştür. [Gün \(2019\)](#) torf:perlit karşımı yetiştirme ortamında organik gübre doz uygulamaları ile Campania çeşidinde 16.2-19.4 cm, Fırtına çeşidinde 14.3-26.5 cm, Olenka çeşidinde ise 14.1-27.5 cm aralığında kök boyu değerleri elde edildiğini tespit etmiştir. [Cağlar \(2014\)](#)'ın sonuçları muhtemelen yetiştirme ortamı farklılığı nedeniyle bu çalışmanın sonuçlarına göre biraz düşük bulunmuştur. Diğer çalışmalardaki kök boyu değerleri bulgulara benzer bulunmuştur.

SONUÇ

Bu çalışma sonbahar yetiştirme döneminde ısıtmasız plastik örtülü sera şartlarında saksı denemesi şeklinde yürütülmüş, borlu gübre ve humik asit uygulamalarının üç farklı kıvrıcık marul çeşidinde verim ve bazı bitki kalite özelliklerine etkisi belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre uygulamalar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Kıvrıcık marul çeşitleri arasında genotipsel farklılıklar nedeniyle verim ve kalite özelliklerinde değişimler gözlenmiş olup, çeşitlerin borlu gübre dozları ve humik asit uygulamalarına verdiği tepkilerin de farklı olduğu tespit edilmiştir. Borlu gübre uygulamalarından 50 g da⁻¹ dozu incelenen verim ve bitki kalite özelliklerinde kontrol uygulamasına göre artırıcı yönde etkide bulunmuştur. Kıvrıcık marul çeşitlerinden Olenka çeşidinde bitki yaprak uzunluk değerleri ve kök boyu değerlerinin diğer çeşitlere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Borlu gübre uygulamaları kök boyu değerlerini artırmıştır.

Çalışma bulgularına göre daha düşük dozlarda borlu gübrenin yaprak ve topraktan uygulanması, diğer bitki besin elementlerinin borlu gübre ile birlikte denenmesinin tarımsal verimlilik ve bitki kalite özellikleri açısından önemli olduğu düşünülmektedir. Topraksız kültür şartlarında humik asit uygulamalarının daha çok yaprak uzunluğu değerlerini artırdığı ve bu artışın bitki verimini olumlu etkilediği görülmüştür. Topraklı yetiştiricilikte ve yapraktan humik asit uygulama etkilerinin daha belirgin olabileceği düşünülmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

YAZAR KATKISI

Özge Kurt: Araştırmanın planlanması, literatür tarama, arazi çalışmasının yürütülmesi, laboratuvar çalışmalarının yapılması, verilerin elde edilmesi ve bilgisayara girişi, makalenin yazılması.

Atnan Uğur: Araştırmanın planlanması, arazi çalışması için malzeme temini, arazi çalışmasının yürütülmesi ve kontrolü, laboratuvar çalışmalarının kontrolü, verilerin analiz edilmesi, makalenin yazılması.

ETİK KURUL KARARI

Bu makale Etik Kurul Kararı gerektirmemektedir.

KAYNAKLAR

- Alagöz Z, Yılmaz E ve Öktüren F (2006). Organik materyal ilavesinin bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(2): 245-254.
- Baş Odabaş M (2019). *Farklı humik asit uygulama dozları ve azotlu gübrelerin marulun gelişimi ile bazı toprak özellikleri üzerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, s. 93, Ordu.
- Bilgi A (2009). *Bazı humik, fulvik ve aminoasit içerikli maddeleri sera marul (Lactuca sativa L. var. longifolia cv. Bitez F1) üretiminde verim ve bitki gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, s. 26, Kahramanmaraş.
- Brdar-Jokanović M (2020). Boron toxicity and deficiency in agricultural plants. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(4): 1424.
- Brown PH, Bellaloui N, Wimmer MA, Bassil ES, Ruiz J, Hu H, Pfeffer H, Dannel F and Römhelt V (2002). Boron in plant biology. *Plant Biology*, 4(2): 205-223.
- Bulgari R, Cocetta G, Trivellini A, Vernieri P and Ferrante A (2015). Biostimulants and crop responses: A review. *Biological Agriculture and Horticulture*, 31: 1-17.
- Chutichudet B and Chutichudet P (2009). Efficacy of boron spraying on growth and some external qualities of lettuce. *International Journal of Agricultural Research*, 4(9): 257-269.
- Chen Y and Aviad T (1990). Effects of humic substances on plant growth. *Humic Substances in Soil and Crop Sciences: Selected Readings*, 161-186.
- Çağlar S (2014). *Fındık zuruf kompostu ve çay kompostu karışımlarının kıvrıkcık marulda verim ve kaliteye etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, s. 77, Ordu
- Eyüpoğlu F, Kurucu N ve Talaz S (1995). Türkiye topraklarının bitkiye yararlı mikro elementler bakımından genel durumu. *Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü. 620/A-002 Projesi Toplu Sonuç Raporu*, Ankara.
- Francois LE (1988). Yield and quality responses of celery and crisphead lettuce to excess boron. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 113: 538-542.
- Francois LE (1991). Yield and quality responses of garlic and onion to excess boron. *HortScience*, 26(5): 547-549.
- Frank KD and Roeth FW (1996). Using soil organic matter to help make fertilizer and pesticide recommendations. *Soil Organic Matter: Analysis and Interpretation*, 46: 33-40.
- Goldbach HE and Wimmer MA (2007). Boron in plants and animals: Is there a role beyond cell-wall structure? *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 170(1): 39-48.
- Gruda N, Qaryouti MM and Leonardi C (2013). Growing media. Good agricultural practices for Greenhouse Vegetable Crops—Principles for Mediterranean Climate Areas. *Plant Production and Protection. FAO, Paper 217*, Rome, pp. 271-302.
- Gün A (2019). *Marulda (Lactuca sativa L. var. crispa) organik gübrelerin verim ve kaliteye etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, s. 66, Ordu.
- Hernandez OL, Calderín A, Huelva R, Martínez-Balmori D, Guridi F, Aguiar NO, Olivares FL and Canellas, LP (2015). Humic substances from vermicompost enhance urban lettuce production. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(1): 225-232.
- Keren R and Bingham FT (1985). Boron in water, soils, and plants. *Advances in Soil Science, Vol 1. Springer*, New York, pp. 229-276.
- Khaled H and Fawy HA (2011). Effect of different levels of humic acids on the nutrient content, plant growth, and soil properties under conditions of salinity. *Soil and Water Research*, 6: 212-219.
- Khaliq H, Juming Z and Ke-Mei P (2018). The physiological role of boron on health. *Biological Trace Element Research*, 186(1): 31-51.
- Kongwong P, Boonyakiat D and Poonlarp P (2019). Extending the shelf life and qualities of baby cos lettuce using commercial precooling systems. *Postharvest Biology and Technology*, 150: 60-70.
- Koukounaras A, Bantis F, Karatolos N, Melissas C and Vezyroglou A (2020). Influence of pre-harvest factors on postharvest quality of fresh-cut and baby leafy vegetables. *Agronomy*, 10(2): 172.

- Köse MA (2015). *Humus ve humik asit uygulamalarının marulda besin elementi alımı ve verim üzerine etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, s. 50, Ordu.
- Lobartini JC, Orioli GA and Tan KH (1997). Characteristics of soil humic acid fractions separated by ultrafiltration. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 28(9-10): 787-796.
- O'Neill MA, Ishii T, Albersheim P and Darvill AG (2004). Rhamnogalacturonan II: structure and function of a borate cross-linked cell wall pectic polysaccharide. *Annual Review of Plant Biology*, 55: 109-139.
- Ouzounidou G, Paschalidis C, Petropoulos D, Koriki A, Zamanidis P and Petridis A (2013). Interaction of soil moisture and excess of boron and nitrogen on lettuce growth and quality. *Horticultural Science*, 40(3): 119-125.
- Öztürk B (2011). *Farklı dikim zamanlarında kıvırcık yapraklı salata (Lactuca sativa var. crispa)'nın organik v konvansiyonel yetiştiriciliğinin verim, kalite ve toprak özelliklerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, s. 56, Tokat.
- Paz M, Fisher PR and Gómez C (2019). Minimum light requirements for indoor gardening of lettuce. *Urban Agriculture & Regional Food Systems*, 4(1): 1-10.
- Rouphael Y and Colla G (2020). Biostimulants in agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 11: 40.
- Samet H, Cikili Y ve Dursun S (2015). The role of potassium in alleviating boron toxicity and combined effects on nutrient contents in pepper (*Capsicum annuum* L.). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 21: 64-70.
- Sobucki L, Ramos RF, Gubiani E, Brunetto G, Kaiser DR and Daroit DJ (2019). Feather hydrolysate as a promising nitrogen-rich fertilizer for greenhouse lettuce cultivation. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 8(1): 493-499.
- Solaiman ZM, Yang H, Archdeacon D, Tippet O, Michaela T and Whiteley AS (2019). Humus-rich compost increases lettuce growth, nutrient uptake, mycorrhizal colonisation, and soil fertility. *Pedosphere*, 29(2): 170-179.
- Şahin S, Kısa D, Göksu F ve Geboloğlu N (2017). Effects of boron applications on the physiology and yield of lettuce. *Annual Research & Review Biology*, 21(6): 1-7.
- Taha A, Omar M and Ghazy M (2016). Effect of humic and fulvic acids on growth and yield of lettuce plant. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*, 7(8): 517-522.
- Tanaka M and Fujiwara T (2008) Physiological roles and transport mechanisms of boron: perspectives from plants. *Pflügers Archiv: European Journal of Physiology*, 456(4): 671-677.
- Thompson HC and Kelly WC (1957). Vegetable Crops. *McGraw Hill Book Company Inc.*, New York.
- Uğur A, Ekbiç E, Zambı O, Uyar M ve Aksoy R (2014). Azot ve humik asit uygulamalarının marulda verim ve kalite üzerine etkisi. 10. *Sebze Tarımı Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, Tekirdağ.
- Uluçay Çam D (2018). *Marulda (Lactuca sativa L.) azot ve potasyum uygulamalarının verim ve kaliteye etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, s. 54, Ordu.
- Unlu HO, Unlu H ve Karakurt Y (2011). Changes in fruit yield and quality in response to foliar and soil humic acid application in cucumber. *Scientific Research and Essays*, 6(13): 2800-2803.
- Vural H, Eşiyok D ve Duman İ (2000). Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştiriciliği). *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü*, İzmir, 440 s.
- Yumlu N (2001). *Bor'un soğan (Allium cepa) kökü meristem hücreleri üzerine etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, s. 24, Afyon-Türkiye.
- Zambı O (2015). *Arpacık iriliği ve bor uygulamalarının yeşil soğanda (Allium cepa L.) verim ve kaliteye etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, s. 66, Ordu-Türkiye.
- Zou J, Zhang Y, Zhang Y, Bian Z, Fanourakis D, Yang Q and Li T (2019). Morphological and physiological properties of indoor cultivated lettuce in response to additional far-red light. *Scientia Horticulturae*, 257: 108725.